

ADS ターゲット窓材の応力下照射による液体金属中腐食挙動に関する研究

Irradiation effects of ADS target window materials on corrosion in liquid metal

大久保 成彰

Nariaki Okubo

石川 法人

Norito Ishikawa

原子力機構

(概要) 本研究では、ADS 候補材である T91 鋼に対して、イオン照射による ADS 環境模擬照射後、鉛ビスマス中浸漬試験を行い、液体金属中材料腐食に及ぼす照射の影響を評価した。その結果、液体金属中で照射を受ける材料では、鉛ビスマス界面での酸化膜形成過程に照射が影響を及ぼすことを示唆する結果が得られた。

キーワード : ADS、中性子照射模擬イオン照射、液体金属、腐食

1. 目的

原子力発電所から出る使用済み核燃料を核変換し、長寿命放射性物質の減容及び有害度を低減するために計画中の加速器駆動システム (ADS) では、冷却材と核破砕中性子源に、液体鉛ビスマス共晶金属 (LBE) を用いる。LBE 中では、ステンレスやフェライト鋼は表面保護酸化被膜がなくなると腐食が促進される。LBE 中の鉄鋼材料の腐食挙動の把握は各炉内機器の設計には不可欠である。材料と LBE との共存性は、陽子加速器側の高真空と炉心部を隔てる安全上最も重要な機器の一つであるビーム窓の健全性 (寿命) を左右するため、ADS 実現に向けた重要な研究課題の一つである。LBE 中の材料腐食挙動に及ぼす酸素濃度の影響については最近調べられつつあるが、未照射の実験データのみであり、中性子照射の影響はその困難さからほとんど調べられていない。本研究では、イオンビームを用いた ADS 中性子の模擬照射により、LBE 中材料腐食挙動へ及ぼす照射の影響を調べることを目的とする。

2. 実施方法

ビーム窓候補材である、T91 鋼に、MT チャンバーにて各照射モードにてイオン照射を行った。タンデム加速器による Fe イオン (中性子による弾き出し損傷を模擬)、イオン注入装置による H イオン (核変換生成ガスを模擬) 及びシングルエンド加速器による He イオン (核変換生成ガスを模擬) を使用し、シングル及びトリプルビーム照射を、ADS 実機及びその照射実験施設 (TEF-T) の照射条件に合わせて行った。照射温度は、TEF-T や ADS で用いられる材料を想定した 450°C とし、照射量は、TEF-T の 1 サイクル運転 ~ ADS ビーム窓での想定損傷量まで照射を行った。照射後に、照射温度と同温度の LBE 中に浸漬し 1000 時間の浸漬試験を行った。浸漬試験後、試料の腐食層の断面組織観察を行った。

3. 結果及び考察、今後の展開等

下図に、450°Cにて 20 dpa（試料表面では約 10 dpa）照射の後、LBE 中に約 1000 時間の浸漬試験を行った試料断面の走査型電子顕微鏡（SEM）による観察結果を示す。表面形態を SEM により観察した結果、照射部では、数 100 nm 程度の酸化物が形成していたが、未照射部との大きな違いは観察されなかった。一方、断面観察の結果、照射の有無による酸化膜生成の違いが観察された。まず、左図に示すように、照射部では、鉛ビスマス中へ鉄が流出し、酸化鉄として析出していることが EDS で検出された。また、照射部の Cr 酸化物の厚さは、未照射部に比べて薄くなっており、一見、照射による損傷領域（深さ約 2 μm）が、鉛ビスマス中へ溶出しているように考えられる。しかし、右図に示すように別視野では、酸化膜厚さは未照射領域とあまり変化がないようにも見える。以上のように、液体金属中で照射を受ける鉄鋼材料では、照射

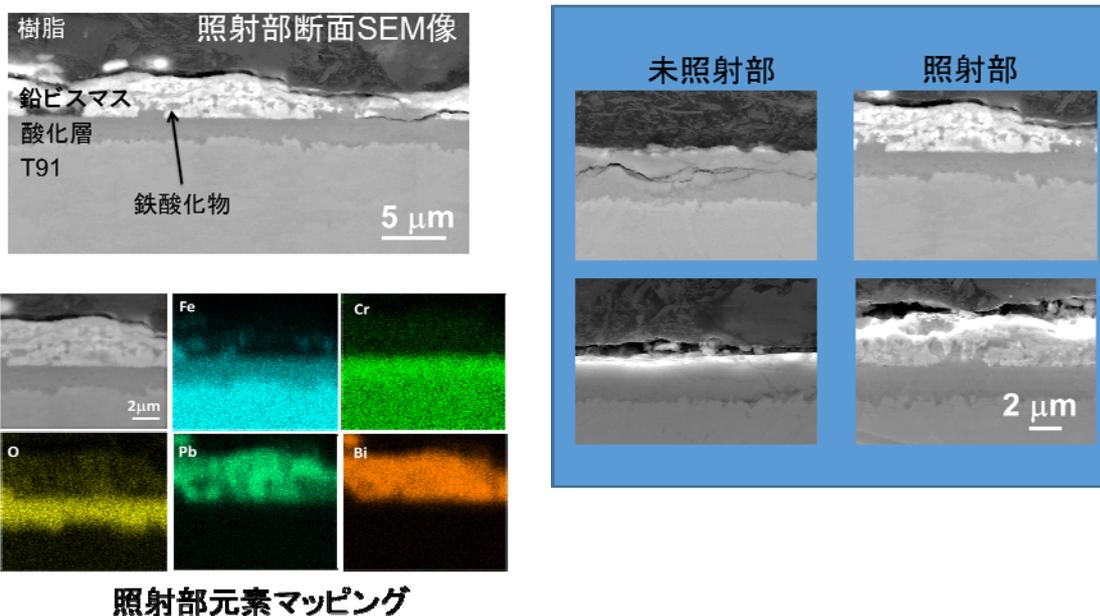


図 LBE 中浸漬試験後断面形態（SEM 像）

による物質移行過程が、酸化膜生成に影響を及ぼす結果が初めて得られた。今後、照射や浸漬試験の途中経過についての検証を行い、照射による腐食機構の解明を行う予定である。